



関西学院大学リポジトリ

Kwansei Gakuin University Repository

放射光X線回折を用いたSrAl₂O₄の弾性異常に関する研究

著者	出野 顕太郎
発行年	2018
URL	http://hdl.handle.net/10236/00028075

放射光 X 線回折を用いた SrAl_2O_4 の 弾性異常に関する研究

関西学院大学大学院理工学研究科
物理学専攻 水木研究室 出野 顕太郎

充填トリジマイト型酸化物 SrAl_2O_4 は、 AlO_4 四面体が頂点を共有したネットワーク構造を有し、六員環間隙に Sr が占有するような構造となっている(図 1)。本物質に Eu や Dy をドープした系においては、励起光(主に紫外光)を与えることによる長残光特性や、微小圧力の印加によって発光を示す応力発光特性を持つことで知られている。 SrAl_2O_4 は、六方晶構造($P6_322$)から約 1130 K で $\langle 110 \rangle$ 方向に 3 倍周期構造を有する六方晶構造($P6_3$)へ、さらに約 950 K 以下において、 a 軸方向に 2 倍周期を持つ単斜晶構造($P2_1$)に構造相転移する。先行研究にて、 $\text{Sr}_{1-x}\text{Eu}_x\text{Al}_2\text{O}_4$ ($x=0.01$) が 300-500 K の温度範囲にて弾性異常が確認されているが、その起源についてはまだよく分かっていない [1]。近年の電子顕微鏡観察から、当該温度範囲においてドメインの微細化や、ナノサイズの欠陥構造の存在が報告されている[2]。しかし、上記の薄膜結晶を用いた実験が弾性体のバルクの性質を反映させたものかどうかは、バルク計測を行って議論する必要がある。弾性異常が確認されている試料は $\text{Sr}_{1-x}\text{Eu}_x\text{Al}_2\text{O}_4$ であるが、 Eu^{2+} と Sr^{2+} のイオン半径はほぼ同じである。よって、 Eu^{2+} が弾性特性に影響するとは考えにくい。そこで、物理的特性評価をするため SrAl_2O_4 単結晶を用いる。本研究では、放射光 X 線回折を用いて、 SrAl_2O_4 単結晶試料におけるドメイン構造ならびに、それらの温度変化の様子を 300-500 K の範囲にて観察した。

図 2 に、 SrAl_2O_4 単結晶の 400 K における 110 周りの振動写真の結果を示す。多数の超格子反射の存在とストリーク状の散漫散乱が確認でき、これは微細化ドメインの存在を示した電子顕微鏡観察の結果と一致する。超格子反射群は複雑な温度変化を示しており、温度変化によってドメイン構造がより微細化していると考えられる。電子回折実験にて、 $\langle 110 \rangle$ 方向に 3 倍, 6 倍周期構造が確認されていたが、X 線では非整数倍の周期構造が得られた。これは、X 線のコヒーレンス長よりも短いものを含めた様々なサイズのドメイン構造が存在することで、ピーク位置がずれたと考えられる。これらの結果は、同じ温度領域で観測されている弾性異常と強く関係していると考えられる。

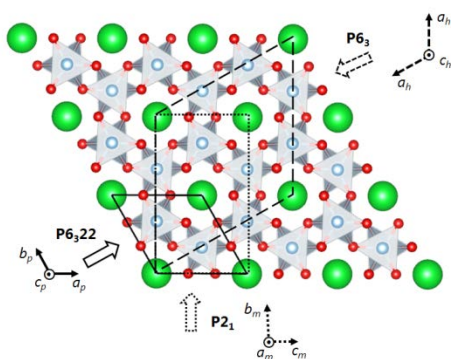


図 1 SrAl_2O_4 の構造相転移による
基本単位格子の変化

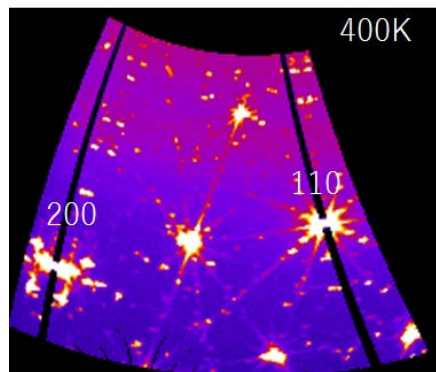


図 2 SrAl_2O_4 の 400K における振動写真

[1]M. A. Carpenter *et al.*, *J. Appl. Phys.* **107** (2010)013505

[2]H.Tsukasaka *et al.*, *Jpn. J. Appl. Phys.* **55** (2016)011502